

Karhu kiertää...

Karhu kiertää -palstalla seurataan geologian alan uusia väitöksiä.

5.11.2010 Majid Mirzaie Ataabadi (HY)

The Miocene of Western Asia; Fossil mammals at the cross-roads of faunal provinces and climate regimes

Läntinen Aasia, 23–5 miljoonaa vuotta sitten: fossiilisten nisäkäsryhmien vaihdon ja erilaisten ilmastojen keskus

Läntisen Aasian asema vanhan maailman mantereiden (Eurooppa, Aasia ja Afrikka) risteilyksessä on ainutlaatuinen. Asemastaan huolimatta alueelta tunnetaan vain hajanaisesti nisäkäsfossiililöytöpaikkoja. Luoteis-Iranissa tehdyt kenttätyöt täydentävät näitä aukkoja: kenttätöiden yhteydessä löydettiin uusia löytöpaikkoja sekä runsaasti fossiilisia nisäkkäiden jalanjälkiä muualta Iranista.

Länsi-Aasian nisäkäsfossiiliryhmiä alueellisen levinneisyyden tutkiminen osoittaa neljän eläinyöhykkeen yhteyden alueella: itäinen Välimeri, Afrikka Arabia, Intia Pakistan ja Kiina Keski-Aasia. Näiden vyöhykkeiden kehittyminen läntisessä Aasiassa johtui korkeista vuorista, jotka vaikuttivat nisäkkäiden leviämiseen ja ilmasto-oloihin kuten monsuuniin.

17–15 miljoonaa vuotta sitten vallinneet korkeat lämpötilat ja CO₂-pitoisuudet suosivat metsäisten ekosysteemien kehitystä, mikä puolestaan suosi metsään sopeutuneita eläimiä. Tämä näkyy sikojen, tapiirien, peurojen, virtahepojen, norsujen ja niiden esimuotojen suhteellisena runsautena. Vuodenaikaisuus sekä yhä kylmenevät ja kui-



vuvat alueet 30–50 leveysasteilla johtivat avoimen maan eläimistön vallitsevuuteen 10–5 miljoonaa vuotta sitten. Tätä savannityyppisen ympäristön eläimistöä luonnehtivat mm. hevosten, antilooptien ja gasellien, kirahvien, sarvikuonojen, hyeenojen, leijonien ja niiden esimuotojen suhteellinen runsaus. Ajankohta 11–10 miljoonaa vuotta sitten vaikuttaa siirtymävaiheelta metsäisestä maailmasta vähämetäisempään ruohomaahan.

20–10 miljoonaa vuotta sitten läntisen Aasian metsäeläimet esiintyivät pääasiassa Arabiassa ja Intian Pakistanin alueella, kun taas avoimen maan eläimet olivat 10–5 miljoonaa vuotta sitten levinneet laajalle alueelle Kreikasta läntisen Aasian kautta Pohjois-Kiinaan. Avoimella maalla elävät nisäkäsi ryhmät täyttivät vähitellen kuolleiden metsien tilalle syntyneet avoimet ympäristöt ja muuttivat lännestä (Välimeri) itään (Pohjois-Kiina ja Keski-Aa-

sia) kosteuden muuttumisen myötä. Suosiollisten ympäristöjen katoamisen myötä nämä nisäkäsryh-
mät lopulta hävisivät n. 4 miljoonaa vuotta sitten.

Tämän tutkimuksen tulokset osoittavat 17–
15 miljoonaa vuotta sitten vallinneen lämpimän
ilmaston ja korkeiden CO₂-pitoisuuksien suosi-
neen metsiä ja metsäeläimistöä. Ilmiön yksityiskoh-
taisempi tutkimus voisi olla hyödyllinen nykyistä
maapallon lämpenemistä ja ilmastomuutoksen
seurauksia selvitetessä.

Tässä väitöskirjatyössä tein kenttätöitä ja sys-
temaattisia tutkimuksia nisäkäsfossiileista ja fossii-
lisista jalanjäljistä Pohjois- ja Luoteis-Iranissa. Li-
säksi analysoin nisäkäsaineistoa Helsingin yliopis-
ton ylläpitämästä NOW-tietokannasta. Tietokan-
nan avulla selvitettiin metsäisten ja avoimen maan
nisäkäsryhmien alueellista levinneisyyttä, suhteel-
lista runsautta ja levinneisyshistoriaa vanhassa
maailmassa ja läntisessä Aasiassa 23–5 miljoonaa
vuotta sitten. Työssä käytettiin uutta kvantitatiiv-
ista menetelmää, jonka avulla voidaan tutkia met-
sänisäkkäiden ja avoimessa maastossa elävien ni-
säkkäiden suhteen muutoksia. Lisäksi työssä on
kehitetty uusi laskennallinen ja kuvantamiseen
perustuva tekniikka, jolla voidaan tutkia faunojen
ajallisia ja alueellisia muutoksia.

25.3.2011 Matti Kurhila (HY)

Late Svecofennian leuco- granites of southern Finland: Chronicles of an orogenic collapse

Valtaosa Suomen kallioperästä on syntynyt
kahdessa eri vaiheessa: Karjalainen pääalue
Itä- Pohjois-Suomessa arkeoisena aikana n.
2,8–2,5 miljardia vuotta sitten, ja Svekofenninen
pääalue Länsi- ja Etelä-Suomessa varhaisproterot-

sooisena aikana n. 2,0–1,8 miljardia vuotta sitten.
Etelä-Suomen poikki suunnilleen itä-länsisuuntai-
sena kulkee myöhäis-Svekofenninen leukograniiti-
tien vyöhyke.

Leukograniitit ovat syntyneet vuorijononmuo-
dostumisissa eli orogenioissa, kun mantereet tör-
määvät toisiinsa mantereisiin tai saarikaariin. Nämä
samat tektoniset prosessit toimivat nykyäänkin,
esimerkiksi Himalajan ylängöllä on käynnissä vas-
taavanlainen orogeeninen ekstensio, joka varhais-
proterotsooisena aikana vallitsi Etelä-Suomessa.

Tässä tutkimuksessa on selvitetty Etelä-Suo-
men Svekofennisen vuorijononmuodostuksen
myöhäisvaiheen leukograniittien synnyn ikää,
muodostumisolosuhteita ja lähtöainesta. Tutkimus-
menetelminä on käytetty radioaktiivisten isotoop-
pien hajoamisnopeuteen perustuvaa uraani lyijy-
iänmäärittystä, lutetium hafnium- ja samarium neo-
dyymi-isotooppigeokemiaa, kokokivigeokemiaa ja
mineraalikemiaa.

Etelä-Suomen leukograniitit ovat syntyneet n.
1,85–1,79 miljardia vuotta sitten 60 miljoonan
vuoden kuluessa, mikä on huomattavasti pitempi
aika, kuin tähän asti on ajateltu. Tämä on myös
poikkeuksellisen pitkä aika yhteen törmäysoroge-
niaan liittyvälle leukograniittimagmaatismille, ja
onkin mahdollista, että kyseessä on sarja useam-
man mikromantereiden törmäyksiä. Joka tapaukses-
sa leukograniitteja on muodostunut lähes koko
edellä mainitun 60 miljoonan vuoden ajan, joten
selvää rajaa mahdollisille eri tapahtumille ei voida
vetää.

Kaikki maan kuoriaines on alun perin erkaan-
tunut sen alapuolisesta vaipasta. Samarium ja lu-
tetium rikastuvat maankuoren muodostuessa ylä-
vaippaan. Näiden alkuaineiden radioaktiiviset iso-
toopit hajoavat neodyymiksi ja hafniumiksi, joi-
den isotooppikoostumukset kuorella ja vaipassa
siten erkanevat toisistaan ajan myötä. Sekä neo-
dyymi- että hafniumisotoopit viittaavat siihen, että
Etelä-Suomen leukograniitit ovat syntyneet suu-
relta osin jo olemassa olevasta maankuoresta, jon-
ka malli-iat ovat n. 2,0–2,1 miljardia vuotta, jos-
kin viitteitä myös vanhemmasta kuoriaineksesta on.

Mineraali- ja kokokivigeokemian perusteella nämä leukograniiitit ovat syntyneet n. 17–25 kilometrin syvyydessä melko alhaisissa lämpötiloissa. Paksuuntunut maankuori on tuolloin sulanut osittain joko vaippaperäisen tai radioaktiivisten aineiden hajoamisen tuottaman lämmön johdosta. Graniittien sisältämän perityn aineksen ja koostumusvaihteluiden perusteella on ilmeistä, että osittaisen sulien lähteenä on ollut sekä sedimentti- että magmakiviä.

25.3.2011 Juha Köykkä (OY)

Sedimentology of the Mesoproterozoic Telemark basin-fills, South Norway: implications for sedimentation processes, depositional environments and tectonic evolution

(Mesoproterotsoisten Telemarkin allastäytteiden sedimentologia, Etelä-Norja: päätelmiä sedimentaatioprosesseista, kerrostumisympäristöistä sekä tektonisesta evoluutiosta)

400 miljoonaa vuotta sedimenttien kerrostumishistoriaa ja geologista evoluutiota Etelä-Norjasta

Muinaiset sedimenttikerrostumat kertovat olennaisen tärkeää tietoa maapallon ympäristöllisistä ja ilmastollisista olosuhteista jopa miljoonien vuosien takaa. Tutkimalla näitä

sedimenttikerrostumia ja kerrostumisympäristöjä voidaan paremmin käsittää nykypäivän ja ennustaa tulevaisuuden maapallon geologisia prosesseja sekä ekologisia systeemejä. Muinaiset sedimentaatioaltaat ovat toimineet näiden sedimenttien kerrostumispaikkoina, jotka ovat säilyttäneet alkupe räiset sedimenttirakennepiirteensä miljoonien vuosien ajan aina nykypäivään saakka.

Väitöskirjatyössä on tutkittu n. 1500–1000 miljoonaa vuotta vanhoja sedimenttisiä ja vulkaanisia kerrostumia Telemarkin alueella Etelä-Norjassa. Näihin kerrostumiin on tallentunut jopa 400 miljoonaa vuotta maapallon geologista historiaa ja ovat näin ollen tärkeässä roolissa tutkittaessa Fennoskandian geologista kehitystä. Tätä ajanjaksoa luonnehti nykyistä nopeammat ja voimakkaammat sedimenttien kerrostumisprosessit, johtuen mm. maakasvillisuuden puutteesta, runsaasta vulkanismista, sekä muista biologisista ja ilmastollisista eroavaisuuksista.

Väitöskirjatyössä on voitu päätellä, että tutkitut sedimenttien kerrostumisaltaat käsittivät kehityksen mantereisen maankuoren repeämisestä aina horisontaaliseen siirrostumiseen. Merellisen kuoren ja syvänmeren sedimenttien puuttuminen viittaavat siihen, että mantereinen repeäminen ei ollut täydellinen. Tätä geologista evoluutiota luonnehtivat vaihtelut sedimentaatioaltaan kerrostumisessa ja merenpinnan korkeudessa, sekä sellaiset prosessit kuten pakkasrapautuminen ja vuorovesi-ilmiöt. Tutkituista sedimenttikerrostumista on voitu lisäksi laskea myös muinaisten jokien virtausvoimakkuuksia. Näiden prosessien vuorovaikutuksella on ollut oleellinen merkitys kerrostumissysteemeihin sekä Telemarkin alueen geologiseen kehitykseen.

Sedimenttien lähdealueita tutkimalla on voitu päätellä, että Telemarkin alueen geologinen historia alkoi todennäköisesti lähellä muinaista Laurentian supermannerta n. 1500 miljoonaa vuotta sitten. Väitöskirjatyössä on voitu todistaa, että jopa 1500–1000 miljoonaa vuotta vanhoista sedimenttikerrostumista voidaan luotettavasti rakentaa johdonmukaisia sekä kaikenkattavia geologisia evoluu-

tiomalleja käyttäen apuna monipuolisia ja integroituja tutkimusmenetelmiä. Käytettyjä sedimenttigeologisia ja geokemiallisia tutkimusmenetelmiä voidaan soveltaa myös nykypäivän geoekonomisissa tutkimuksissa, kuten malmin- ja öljynetsinnän haasteissa.

13.5.2011 Tiiu Elbra (HY)

Physical Properties of Deep Drill Cores: Implications for Meteorite Impact Effects and Crustal Structures

Kivien ja mineraalien fysikaaliset ominaisuudet tarjoavat arvokasta tietoa maankuoren materiaalien olemuksesta ja niiden ominaisuuksista. Muutokset kivien fysikaalisissa ominaisuuksissa tuottavat petrofysikaalisia kontrasteja eri kivilajien välillä, kuten esimerkiksi impaktikraatterien impaktikivet ja kohdekivet sekä erilaiset vaihtelut maankuoren kivilajeissa. Nämä kontrastit saattavat aiheuttaa geofysikaalia poikkeavuuksia, jotka havaitaan niiden ensisijaisen synnyn perusteella (impakti, tektoniikka, jne). Kivien fysikaalisten ominaisuuksien määrittäminen on tärkeää tutkiessamme Maapallon kehitysprosesseja, kuten meteoriitti-impaktien ja maankuoren deformaation vaikutuksia. Suurin osa tämän päivän tietämyksestä kivien fysikaalisten ominaisuuksien muutoksista ovat kuitenkin rajallisia johtuen vähäisestä pintakivien petrofysikaalisesta aineistosta. Erityisesti meteoriittikraattereiden pintakivien ominaisuudet ovat osittain puutteellisia, sillä kraatterit ovat usein hautautuneet sedimentteihin tai ne ovat kokeneet merkittävää impaktin jälkeistä eroosiota. Syväkairausten avulla voimme kuitenkin tutkia maankuoren ylimpiä kerroksia.

Tämä väitöskirja perustuu kolmen impaktirakenteen syväkairausaineistoon: (i) Bosumtwi

impaktikraatteri, Ghana, (ii) Chesapeake Bay impaktikraatteri, USA ja (iii) Chicxulub impaktikraatteri, Meksiko. Näissä kairausnäytteissä esiintyvät kaikki impaktirakenteiden tyypilliset litologiat, kuten impaktin jälkeiset litologiat, impaktikivet, sekä murtuneet ja ehjät kohdekivet. Tämän väitöskirjatyön neljäs osa-aihe käsittelee paleoproterotsooista aineistoa Suomesta Outokummun alueelta. Tässä impaktiin liittymättömässä aiheessa on kyse syväkairauksesta taloudellisesti tärkeän ofio-liittikompleksin läpi.

Kaikkien neljän osa-aiheen painopisteenä oli yhdistää maan kuoren rakenteelle merkityksellisten kivien petrofysikaalisten perustutkimuksien tulokset. Tulosten avulla tunnistettiin ja karakterisoitiin erilaisia litologioita perustuen niiden fysikaalisiin ominaisuuksiin ja näin saatiin uutta tietoa mahdollisiin geofysikaalisiin mallinnuksiin. Lisäksi kolmen impaktirakenteen kivien magneettiset ja paleomagneettiset ominaisuudet yhdistettynä petrofysikaalisiin ominaisuuksiin auttoivat luomaan käsityksen impaktin aiheuttamista muutoksista kivissä ja niiden magneettisissa mineraaleissa sekä impaktin vaikutuksista kallioperään ja kohdekiviin.

